Indice

ECOLOGIA

Giulio Ripa

Indice

INDICE

Scienza e natura
- Il valore pratico della scienza

Ecologia
- Sviluppo storico
- Definizione e scopo

Ecosistema
- Approccio olistico
- Definizione di ecosistema
- Flusso energetico e ciclo della materia
- Struttura
- Funzioni
- Cicli biogeochimici

Sviluppo di un ecosistema
- L'ecosfera
- Evoluzione
- Adattamento

Principi generali di ecologia
- 1. Ogni cosa è collegata alle altre
- 2. Ogni cosa va a finire da qualche parte
- 3. La natura è l'unica a sapere il fatto suo
- 4. Non si distribuiscono pasti gratuiti

Analisi comparativa dei sistemi ambientali e tecnologici
- Confronto tra ecosistema e tecnosistema
- Considerazioni finali

Approfondimento: La fisica dell'energia
- Introduzione
- Efficienza energetica di primo ordine
- Efficienza energetica di secondo ordine
- Processi di conversione energetica
- Confronto dei rendimenti di primo e secondo ordine

Bibliografia essenziale

Indice

SCIENZA E NATURA

Il valore pratico della scienza

Col duplice procedimento dell'intelletto, per cui la realtà viene tagliata in tante parti separate ed immobili, si costituisce la scienza.

La realtà invece è un tutto unitario e dinamico, non una molteplicità di cose statiche.

La scienza quindi vuole conoscere le cose soltanto per dominarle e utilizzarle.

La matematica, come ogni altra scienza, è costretta a questa separazione e permanenza da una finalità pratica: quella di frazionare la realtà in parti, al solo scopo di poterla distinguere per la nostra azione;

ma in effetti la realtà non ha parti che siano veramente separabili l'una dall'altra, dal momento che ognuna esercita il suo influsso sulle altre, e tutte insieme nel loro contesto formano un'unica totalità.

La fisica classica (quella newtoniana) si trova a suo agio nel mondo della materia, che essa considera come qualcosa di separabile in parti e priva di svolgimento.

Indice

L'ovvia conseguenza di questa veduta generale della fisica è la concezione meccanicistica, che risolve tutto l'accadere dell'universo nel movimento di particelle qualitativamente e quantitativamente immutabili, e considera il generarsi del nuovo come una semplice apparenza dei nostri sensi.

Dal punto di vista della fisica, pertanto sembra che la natura non senta il morso del tempo, che non abbia una storia.

Se esaminiamo un corpo fermo in un punto, non possiamo sapere se esso precedentemente sia stato mosso o no.

Per la fisica, la natura corre in un tempo che non lascia alcuna traccia del suo passato, come se la natura stessa cominciasse a ogni istante da capo, senza invecchiare, senza arricchirsi del passato.

Il tempo come viene concepito dalla fisica è quindi privo di durata: è il tempo nel quale il realizzarsi di un istante disperde nel nulla l'istante precedente.

In opposizione a questa concezione, che fa della natura il regno di ciò che eternamente si ripete e mantiene identico e permanente, sta però il fatto che l'universo si muove e svolge in una di direzione irreversibile; tale irreversibilità è espressa dalla legge della degradazione dell'energia.

Essa ci dice che l'energia degrada via via, senza tornare indietro, verso lo stadio finale di una immutabile uniformità, e viene cosi a smentire il principio della reversibilità del movimento, su cui si fonda la meccanica.

Conformemente al metodo che è proprio della scienza in generale, la biologia, adottando la veduta meccanicistica, divide l'organismo biologico in una molteplicità di parti, dalle cui reciproche interferenze ed azioni pretende di far scaturire il risultato della vita.

L'insuccesso di questa teoria, dipende dal fatto che essa attribuisce alla natura un modo di lavorare simile a quello dell'operaio, il quale costruisce oggetti per composizione, cioè unendo insieme parti prima separate, genere di produzione che non si scontra mai nel mondo degli esseri viventi, come si può vedere considerando che la trasformazione dell'embrione in un individuo

vivente non si ha per l'unione di parti preesistenti, come si può formare ad esempio un tavolino od un orologio.
Altrettanto inammissibile è la teoria opposta, il vitalismo, secondo cui una occulta entità, che ha sede nell'organismo vivente ed è capace di agire finalisticamente, creerebbe l'occhio secondo un suo piano prestabilito: per la futura visione.
Al di là di queste ipotesi sulla nascita della vita, la vita sulla terra resta un mistero.
Nel mondo biologico, il passato continua ad operare presentemente, sopravvive come complesso di funzioni ereditate, di tendenze, di istinti, di strutture organiche; allo stesso modo nel mondo psichico esso si conserva e si inserisce nel presente sotto forma di memoria, delle abitudini acquisite, e così via. Nulla dunque di più sbagliato che pensare il tempo della nostra coscienza come il tempo del quale si parla nella fisica: questo è infatti una successione di istanti, dei quali ciascuno annulla il precedente, e annullato dal susseguente, onde il passato, nella fisica, veramente passa.

Al contrario, il tempo della nostra coscienza può assomigliare ad un nastro che via via si allunga e arrotola intorno a se stesso: trascorrendo dal passato verso l'avvenire, la coscienza non si lascia indietro, irrevocabilmente il suo passato, ma lo conserva come se fosse tutto condensato nel presente: si può dire che il passato della coscienza non passa perché di esso rimangono tracce dal presente. Tutti i fenomeni fisici, si risolvono in mescolamenti, e quindi trapassano continuamente dallo stato di maggiore ordine allo stato di maggiore disordine, conformemente al principio della degradazione dell'energia.
La vita si presenta al contrario come un graduale ordinamento delle parti in una totalità organica, e quindi come un processo che va dallo stato di maggiore disordine allo stato di maggiore ordine: tale è il processo per cui dall'embrione, relativamente meno differenziato, si forma l'individuo vivente, relativamente più differenziato, o il processo per cui da un ecosistema meno organizzato emerge un ecosistema più organizzato.

Indice

Comunque anche quando si dice che i sistemi viventi fanno eccezione alla legge della degradazione dell'energia, non si tiene conto che l'ordine è ottenuto a spese di una certa quantità di energia che si disperde nell'ambiente circostante una volta utilizzata.

Per esempio, per mantenere costante il peso di un essere umano sano, è necessaria in un anno la degradazione di 500 Kg di cibo e la diffusione nell'ambiente di circa 500.000 Kcal di energia. Insomma, il mantenimento in vita in termini di generazione del disordine è un processo dispendioso, e nessuno può veramente capire il problema ecologico dell'inquinamento ambientale senza ben conoscere questo fatto che sembra contraddire il secondo principio della termodinamica.

Indice

ECOLOGIA

Sviluppo storico

Come tutte le scienze, anche l'ecologia ha avuto nel corso della storia uno sviluppo graduale anche se discontinuo. Le opere di Ippocrate, di Aristotele e di altri filosofi greci hanno alcune parti, di carattere a contenuto chiaramente ecologico. Tuttavia non esiste nella letteratura greca un'opera dedicata all'ecologia. Il termine *ecologia* è stato coniato di recente, ed e stato proposto per la prima volta nel I869 dal biologo tedesco Ernest Hoechel; nella sua "Storia naturale della creazione", propose di dare questo nome ad un settore della zoologia che doveva esaminare la totalità dei rapporti tra una specie animale e. il suo ambiente inorganico e organico.

L'ecologia nasce con l'allargarsi della industrializzazione, e viene studiata sotto l'influenza del riduzionismo (positivismo) come una divisione della biologia.

Prima di Hoechel parecchi studiosi del 18° e 19° secolo avevano dato un loro contributo all'ecologia, anche se il termine non era ancora in uso.

L'ecologia comincia ad essere una disciplina biologica ben distinta nel 1900 ma, nessuna delle sue originarie limitazioni si è dimostrata duratura: ne la preferenza accordata alle specie animali nei confronti delle specie vegetali, ne quella per i macro-organismi in opposizione ai micro-organismi.

Con la scoperta di interi ecosistemi, le prospettive di Hoechel apparvero superate. Emerse allora il concetto di mutua dipendenza ed equilibrio fra tutti gli abitanti di un ecosistema e nel corso di tale sviluppo l'arco e la complessità della nuova disciplina si sono rapidamente estese.

L'ecologia è diventata, qual'è oggi, oggetto di polemiche e discussioni, solo quando ha ritenuto di includere nelle proprie ricerche una specie animale del tutto particolare: la specie umana. Questo perché l'uomo è il più potente agente geologico che più di ogni altro animale, adatta l'ambiente biogeochimico alle sue necessità fisiche, biologiche e psichiche.

Indice

Definizione e scopo

Il termine ecologia deriva dal greco *oikos* che significa casa, o posto per vivere o come si dice oggi, ambiente. Quindi *l'ecologia letteralmente è lo studio dell'ambiente in relazione agli organismi che in tale ambiente vivono.*

Più in linea con l'attuale aumento di interesse per questa scienza cominciato intorno agli anni 60 con l'aggravarsi della degradazione ambientale, possiamo definire l'*ecologia come la scienza che studia la struttura e le funzioni della natura di cui l'uomo ne fa parte*. Poi, siccome non dobbiamo dimenticare che la nostra stessa organizzazione sociale dipende dal continuo flusso di energia solare, in ultima analisi l'*ecologia si occupa delle relazioni fra energia solare e sistemi ecologici, e del modo con cui l'energia viene trasformata all'interno del sistema.*

L'ecologia come pure l'economia e la termodinamica a differenza di altre teorie scientifiche, non è schematizzabile con concetti ricavati dalla geometria euclidea e dalla geometria analitica o differenziale.

Indice

L’ecologia come la termodinamica, è una teoria scientifica che si basa su fatti empirici, anzi su una esperienza sociale generalizzata.

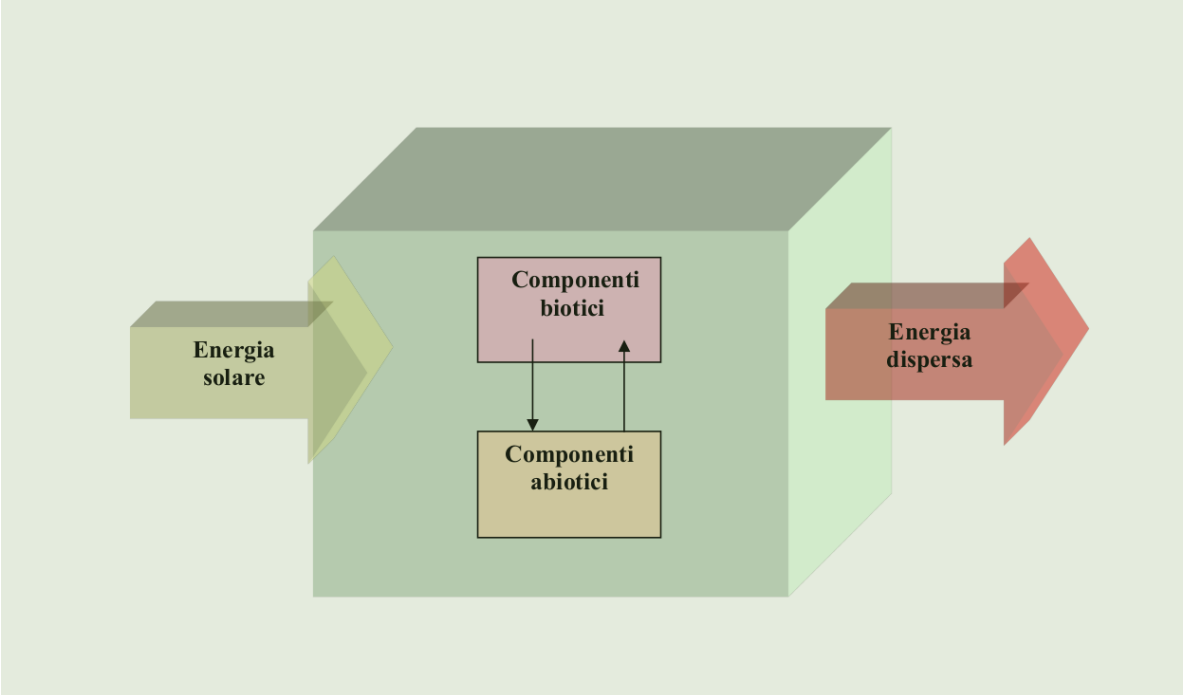
Quindi una definizione sociale complessiva del problema ecologico deve partire dall'analisi del modo di produzione cioè dal come si trasformano l’energia e la materia.

L'ecologia storicamente è nata come un ramo della biologia, un campo di intervento abbastanza distretto.

Ma alla luce di quanto detto prima, dobbiamo considerare questa scienza da un punto di vista diverso.

Indice

L'ECOSISTEMA



Approccio olistico

L'ecologia cosi come è stata definita, considera il quadro ecologico nel suo insieme, come si fa quando si studia la composizione di un dipinto; la sua caratteristica fondamentale, nella quale risiede la sua forza, e che essa è una scienza di sintesi, capace di integrare gli interessi scientifici con quelli umanistici.

L'ecologia è quindi un'analisi macroscopica dell'insieme uomo – ambiente.

I sistemi ambientali, se descritti in dettaglio e senza l'aiuto di un modello, sarebbero terribilmente complessi.

La capacita di descrivere e di prevedere il comportamento dei sistemi ambientali mediante l'uso di modelli dipende da un principio valido per tutti i sistemi, e cioè dal principio dei livelli integrativi. Questo principio afferma che con l'aumentare della complessità della struttura si hanno caratteristiche aggiuntive.

Indice

In altre parole, non tutti gli attributi di un livello superiore sono prevedibili in base alla conoscenza delle proprietà del livello inferiore.

Come conseguenza di ciò i componenti *e* le interrelazioni dei sistemi ambientali possono essere pensati come “scatole nere” (la scatola nera è qualsiasi unità il cui funzionamento può essere valutato senza specificare il contenuto interno) contenenti scatole nere più semplici, in una gerarchia di complessità.

Non bisogna però dimenticare, che i modelli non vanno intesi come copie esatte del fenomeno reale, ma come semplificazioni che rivelano i processi chiave necessari per poter descrivere e prevedere il comportamento del sistema; inoltre essi ci danno la possibilità di studiare la parte senza separarla dal tutto.

Introduciamo allora, per quanto detto, un'unita funzionale: l'ecosistema.

Indice

Definizione di ecosistema

Il termine ecosistema è stato proposto per la prima volta dallo ecologo inglese Tansley nel 1935, ma ovviamente il concetto di ecosistema, come idea di un tutt'uno organismi - ambiente risale ai tempi antichi, ma il fatto che solo nel XX secolo sia stato coniato questo termine dimostra la resistenza che esso ha in contratto per entrare nel gergo scientifico ufficiale.

Un ecosistema può avere dimensioni variabili: uno stagno, un lago, una foresta sono altrettanto unità di studio.

Se i maggiori componenti sono presenti e operano insieme per per mettere una certa stabilità funzionale, sia pure per un periodo breve, siamo in presenza di un ecosistema.

L'ecosistema e una parola composta da eco=ambiente, inteso come posto per vivere e da sistema inteso come insieme di parti e unità separate ed interdipendenti le cui attività sono collegate per il raggiungimento di un certo scopo.

Detto questo, possiamo definire l'ecosistema come l'ambiente in cui l energia fluendo in un insieme di componenti interdipendenti trasforma e ricicla la materia.

Indice

Flusso energetico e ciclo della materia

Un ecosistema dipende in ultima analisi dalla velocità con cui l'energia fluisce attraverso i componenti biotici del sistema e dalla velocità con cui la materia viene trasformata e riciclata. E' importante attirare l'attenzione sul fatto che la materia circola grazie all'energia, ma l'energia non circola: azoto, carbonio, acqua, e altri elementi, di cui sono composti gli organismi possono circolare parecchie volte da entità viventi a non viventi e viceversa: cioè, un qualsiasi determinato atomo di materia può essere usato più e più volte.

L'energia invece è usata una sola volta da un dato componente biotico, e convertita in calore, subito si disperde nell'ambiente.

La vita è mantenuta attiva dal continuo arrivo di energia solare dall'esterno.

Il flusso unidirezionale di energia come fenomeno universale in natura, è il risultato dei principi della termodinamica, che sono tra i fondamenti della fisica.

Il primo principio stabilisce che l'energia può essere trasformata da un tipo (per esempio luce) in un altro (per esempio energia potenziale) ma non è ne creata ne distrutta.

Il 2° principio della termodinamica stabilisce che non avverrà mai un processo di trasformazione energetica senza che si verifichi contemporaneamente anche una degradazione di energia da una forma concentrata a una forma dispersa; poiché una parte dell'energia è sempre dispersa in energia termica praticamente non utilizzabile.

In altre parole pur restando la quantità d'energia costante, diminuisce invece la capacità di essere utilizzata nel tempo.

Nessuna trasformazione spontanea (come quella della luce in nutrimento) può avere un rendimento del cento per cento. L'interazione dell'energia e della materia in un ecosistema è di fondamentale interesse per gli ecologi. Infatti si può dire che il flusso unidirezionale di energia e la circolazione della materia siano i due grandi principi dell'ecologia generale, dato che sono ugualmente validi per tutti gli ecosistemi e per tutti gli organismi compreso l'uomo.

Indice

Struttura di un ecosistema

La struttura della natura e costituita da un insieme di componenti abiotici e biotici:

Componenti abiotici:

- sostanze inorganiche (C, N, CO2, H20 ecc.): elementi e composti fondamentali dell'ambiente che partecipano alla ciclizzazione della materia.
- Composti organici (proteine, carboidrati, lipidi, humus) che uniscono il biotico e l'abiotico.
- Regime climatico (temperatura ed altri fattori fisici)

Componenti biotici:

- organismi autotrofi (autotrofo significa che si fabbrica il cibo di cui si nutre) in gran parte piante verdi, che sono in grado di produrre, fissando l'energia solare, nutrimenti, a partire da sostanze inorganiche semplici.
- Consumatori: organismi eterotrofi (che trae il nutrimento da altri") per la maggior parte animali, che si nutrono di altri organismi o di materiali organici particolati.
- Decompositori : organismi eterotrofi, per la maggior parte batteri e funghi, che decompongono le sostanze complesse di organismi morti, assorbono alcuni dei prodotti decomposti, e liberano sostanze nutritive inorganiche utilizzabili dai produttori.

Indice

Funzioni di un ecosistema

Lo studio delle funzioni di un ecosistema si occupa delle interazioni e degli scambi di energia e materia tra i suoi componenti.

Circa metà delle funzioni di un ecosistema si occupa della dinamica degli ecosistemi e cioè delle interazioni e degli scambi di energia e di materia tra i suoi componenti.

- Produzione

Circa metà solamente della luce solare che in media colpisce le piante verdi (cioè i produttori) è assorbita dai meccanismi fotosintetici e solo una piccola porzione dell'energia assorbita è convertita in energia alimentare.

Si definisce produttività primaria lorda di un ecosistema la velocità alla quale l'energia (raggiante) viene trasformata dalla attività (fotosintetica e chemiosintetica) dei produttori in sostanze organiche cioè, è la quantità d'energia assimilata dalla totalità dei produttori in un ecosistema nella unita di tempo.

La produttività primaria netta è la velocità di immagazzinamento di materia organica nei tessuti vegetali, al netto della respirazione.

Cioè, essa è la produzione lorda al netto del materiale organico consumato dalla respirazione della pianta durante il periodo di misurazione.

- Consumo

il trasferimento di energia alimentare dai produttori ai consumatori attraverso una serie di organismi, passando per successivi stadi di mangiare e di essere mangiato, è noto come catena alimentare.

Le catene alimentari non costituiscono sequenze isolate, ma sono interconnesse a formare reti alimentari.

Indice

A ogni trasferimento d'energia da un organismo ad un altro, una parte cospicua dell'energia è degradata in calore, come richiesta dal 2° principio della termodinamica.
Gli organismi degli ecosistemi il cui nutrimento è ottenuto con lo stesso numero di passaggi appartengono allo stesso livello trofico (di nutrimento).
Anche per il livello trofico vale il secondo principio.

La quantità di sostanza vivente che si trova nei vari livelli trofici è chiamata biomassa stabile.

Sulla biomassa stabile influiscono molto le dimensioni dei singoli organismi di cui essa e costituita:
in generale quanto più piccolo e l'organismo, tanto più veloce è il suo metabolismo per grammo di biomassa..
Il metabolismo, cioè la trasformazione del cibo in energia o in altre sostanze di ricostruzione dell'organismo acquista cosi una grossa importanza nel rapporto fra energia e materia.

Quanto più piccolo è l'organismo, tanto minore e la biomassa che può essere mantenuta a un particolare livello trofico dell'ecosistema, e quanto più grande è l'organismo tanto maggiore è la biomassa.

Per evitare confusione, è bene ripetere ancora una volta che è il metabolismo specifico cioè riferito all'unita di peso) che diminuisce con l'aumentare delle dimensioni e non il metabolismo totale dell'individuo:
Un uomo adulto ha bisogno di una quantità totale di cibo maggiore di un bambino, ma di una quantità minore per unità di peso.
Il metabolismo eterotrofo bilancia il metabolismo autotrofo in un ecosistema stabile stabile.

Indice

- Decomposizione

Funzione primaria della decomposizione è la mineralizzazione dei residui organici e la produzione di sostanze nutritive per le piante.

Conviene distinguere nella decomposizione tre stadi:

il primo è la formazione di detrito particolato per azione fisica e biologica.

Il secondo stadio è la produzione relativamente rapida di humus e la liberazione di sostanze organiche solubili ad opera dei compositori.

Terzo è la lenta mineralizzazione dell'humus.

E' ben noto che il detrito, l'humus ed altri materiali organici che subiscono la decomposizione sono della massima importanza per la fertilità del terreno.

In moderata quantità questi materiali forniscono una struttura a trama che favorisce la crescita delle piante.

Inoltre si ha la formazione di complessi fra sostanze organiche e nutrienti minerali che aumentano l'assunzione di questi ultimi da parte delle piante.

La decomposizione si verifica quindi attraverso trasformazioni energetiche all'interno e fra gli organismi.

Essa e una funzione vitale perché, se non si verificasse, tutte le sostanze nutritive rimarrebbero imprigionate negli organismi morti e non si potrebbe più avere alcuna forma di vita.

Indice

Cicli biogeochimici

Con la decomposizione abbiamo chiuso il ciclo della materia.
I percorsi chiusi degli elementi chimici che circolano nell'ambiente attraverso i componenti biotici della struttura vengono definiti cicli biogeochimici.

Bio si riferisce agli organismi viventi e geo alle rocce, al suolo, all'aria, all'acqua della terra.
Un uomo che cammina, un animale che si muove, impiega un'energia che risiede in molecole formate di carbonio, ossigeno, idrogeno: queste molecole energetiche l'organismo se le procura nutrendosi o di altri animali (che si nutrono di vegetali) o direttamente di vegetali.

Il lavoro fondamentale lo ha fatto la pianta (erba o spiga di grano) che ha saldato insieme il carbonio e l'ossigeno con l'idrogeno a formare la molecola energetica sulla quale si reggono gli organismi sia vegetali che animali.
Per fare questo lavoro la pianta ha avuto bisogno di materia e di energia:
la materia l'ha trovata nell'aria e nell'acqua, nella aria ha trovato anidride carbonica CO_2 e nell'acqua idrogeno e ossigeno; l'energia l'ha trovata nella luce solare.
Attraverso la clorofilla, il pigmento verde della foglia, la pianta ha intrappolato l'energia solare e se ne è servita per spezzare la molecola dell'acqua: cosi facendo ha avuto a disposizione degli atomi di idrogeno da cucire alla CO_2 e ha liberate ossigeno, nella reazione della" fotosintesi" (sintesi compiuta grazie alla luce).

Indice

Tutti gli organismi, animali e vegetali ricavano poi energia dall'ossidazione biologica, esattamente simmetrica alla reazione precedente.

L'organismo vegetale ha intrappolato l'energia solare, l'ha racchiusa nella molecola di zucchero che poi, nel suo organismo e negli organismi animali che direttamente o indirettamente si nutrono di vegetali, può venire immagazzinata in forme diverse ma sempre conservando la caratteristica del legame Carbonio - Idrogeno - Ossigeno, e si ricostituisce come zucchero nel momento in cui l'organismo animale o vegetale, ha bisogno di energia:
in quel momento - per la presenza nell'aria di ossigeno che viene utilizzato nella respirazione - l'energia immagazzinata nel legame Carbonio - Idrogeno - Ossigeno viene liberata e utilizzata.

Nella reazione l'energia è l'energia solare, nella reazione simmetrica è l'energia e quella forma di energia che l'organismo libera in quel momento.

Confrontando le due reazioni vediamo che la materia torna in ciclo: si tratta sempre di carbonio, idrogeno, ossigeno, ora con un determinate rapporto e legame, ora con un rapporto e legame diversi; l'energia invece è un flusso, non si ricicla:
arriva dal sole, viene intrappolata, poi utilizzata, e infine dispersa come calore.

Indice

SVILUPPO DI UN ECOSISTEMA

Ecosfera

La vita è una potentissima forma di chimismo che, una volta sulla Terra, ne ha modificato rapidamente la superficie.
L' ambiente che la vita si è costruita da *se* sulla superficie esterna del pianeta Terra viene chiamato ecosfera.
L'ecosfera è il massimo ecosistema della Terra che ingloba tutti gli altri ecosistemi che sono sistemi aperti, interrelati *e* alimentati energicamente dal sole.

E' un sistema quasi autosufficiente, in cui il ruolo reciproco dei grandi cicli di materia e dei flussi di energia nei grandi sistemi ambientali genera una resistenza a qualsiasi cambiamento, mantenendosi in equilibrio dinamico:
il flusso di energia solare in arrivo bilancia la dispersione termica nello spazio.
Dal punto di vista biologico gli esseri umani partecipano alla ecosfera come parte sussidiaria del tutto, però la società umana si è prefissata di utilizzare l'ambiente come un tutto per produrre ricchezza.
La funzione paradossale che abbiamo nel quadro dell'ambiente naturale compartecipi e insieme sfruttatori, come siamo rende i nostri rapporti piuttosto ambigui.

Infatti, il rapporto dell'uomo con la natura è duplice: biologico in prima istanza, e nelle funzioni individuali della crescita, alimentazione, riproduzione; sociale in tutte le funzioni specifiche del lavoro, che è lo specifico umano.

Indice

Ne consegue necessariamente che l'analisi del rapporto uomo - natura dovrebbe comprendere, come momento interno, l'analisi delle o della società, e porre in luce i nessi attraverso i quali l'attività sociale ha modificato o può modificare una relazione, che alla sua origine era solo biologica, non dissimile da quella che altre specie intrattengono con il quadro naturale.

Indice

Evoluzione

Si ipotizza che l'ecosfera è il prodotto di una trasformazione evolutiva della durata di miliardi di anni avvenuta nella composizione strutturale dell'epidermide terrestre.
All'inizio, 4 o 5 miliardi di anni fa, la Terra era una massa rocciosa senza vita, immersa in un'atmosfera formata per la maggiore parte da vapore acqueo, idrogeno sotto forma di gas, ammoniaca e metano.

La luce ultravioletta era ampiamente disponibile, grazie alla radiazione solare colpiva la superficie terrestre primitiva.

E' possibile, come si e dimostrato in laboratorio, che, sotto l'influenza dei raggi ultravioletti, i composti chimici della atmosfera primitiva si siano gradualmente trasformati in una miscela di composti organici, la cosiddetta *zuppa organica*.

Sul sostrato di questa zuppa, due o tre miliardi di anni fa si svilupparono i primi esseri viventi (unicellulari) formati anch'essi essenzialmente da idrogeno, ossigeno, carbonio e azoto, elementi caratteristici della primitiva atmosfera terrestre.

Tutti gli esseri viventi si nutrono di sostanze organiche fonte sia dell'energia che li muove, sia della materia costitutiva cellulare.
Nell'atmosfera terrestre primitiva non c'era ossigeno, cosi che i primi esseri viventi dovettero ricavare l'energia dagli alimenti organici.

Questo particolare aspetto del metabolismo, la fermentazione, è il più primitivo processo ergogeno che abbia avuto luogo negli esseri viventi.

Il prodotto finale è sempre anidride carbonica.

Risultato di miliardi di anni di lenti processi biochimici, i primi esseri viventi divennero, a loro volta, potenti produttori di modificazioni geochimiche.

Indice

Successivamente i primi organismi fotosintetici ritrasformarono l'anidride carbonica in sostanze organiche; la proliferazione rapida di piante verdi alla temperatura tropicale della Terra primitiva depositò un'enorme massa di carbonio organico che col tempo divenne carbone, petrolio e gas naturale.

Con la scissione fotosintetica della molecola d'acqua contenente ossigeno, l'atmosfera terrestre acquista ossigeno libero.

Parte di esso, grazie ai fulmini, divenne ozono, ottimo assorbente delle radiazioni ultraviolette.

Per la prima volta la superficie terrestre veniva così schermata dai raggi ultravioletti, pericolosi per la vita, che poté emergere dal suo originario habitat, quello subacqueo.

La disponibilità di ossigeno libero innescò forme più efficienti di metabolismo vitale: una flora e una fauna, in una progressiva esplosione evoluzionistica, cominciarono a popolare il pianeta. Intanto piante e microrganismi terrestri facilitarono la trasformazione delle rocce terrestri primitive in Humus, elaborando nel suo interno un sistema notevolmente complesso di esseri viventi interdipendenti.

Un sistema analogo si sviluppo nelle acque di superficie. Questi sistemi controllano la composizione del terreno, delle acque superficiali e dell'atmosfera, regolando di conseguenza l'andamento climatico.

Indice

Adattamento

Gli organismi, la loro forma, la loro storia, la loro attività, le loro potenzialità sono il prodotto di complesse interazioni fra patrimonio ereditario ed ambiente. Se l'ambiente cambia cambiano anche i caratteri degli organismi. Ma i singoli organismi non solo si adattano all'ambiente, ma adattano mediante la loro azione combinata negli ecosistemi, l'ambiente alle loro necessità.

Gli organismi usano i ritmi naturali dell'ambiente per regolare e programmare la loro vita, in modo da trarre beneficio dalle condizioni favorevoli. La presenza e il successo di un organismo o di un gruppo di organismi dipende da un complesso di condizioni (luce, temperatura, salinità, ossigeno ecc.).

Ogni condizione che si avvicina o superi il limite di tolleranza viene detta condizione limitante o fattore limitante.

Entro ogni ecosistema ciascun essere vivente deve agire in modo compatibile con l'esistenza continua di quel sistema; l'insieme tende all'equilibrio fra componenti abiotici e biotici.

Nell'ecosistema maturo (climax), l'energia fissata tende ad essere bilanciata dal costo di mantenimento e controllo della comunità stessa.

Il grado di aggregazione come pure la densità totale, da cui dipende l'optimum di accrescimento e di sopravvivenza della popolazione, varia con la specie e con le condizioni, quindi il sotto affollamento, o la mancanza di aggregazione, al pari del sovra affollamento può essere limitante. (Principio di Allee).

Indice

PRINCIPI GENERALI DI ECOLOGIA (formulati da Commoner)

1. **Ogni cosa è collegata alle altre**

Parte dei fatti che dimostrano questa generalizzazione sono già stati discussi.

Il solo fatto che un ecosistema consti di parti multiple interdipendenti, che agiscono l'una sull'altra ha conseguenze sorprendenti.

Consideriamo ad esempio il ciclo ecologico delle acque dolci: pesci - rifiuti organici - batteri della decomposizione di prodotti inorganici - alghe - pesci.

Supponiamo che a causa di una giornata eccezionalmente calda di estate, si verifiche una rapida crescita di alghe.

Questa porta all'esaurimento della scorte di sostanze nutritive inorganiche, cosicché due settori del ciclo, le alghe e le sostanze nutritive inorganiche, risultano squilibrate ma in direzione opposta.

Indice

Il funzionamento del ciclo ecologico, restaura presto l'equilibrio, in quanto l'eccesso di alghe determina, per i pesci, una maggiore disponibilità di cibo; ciò riduce la popolazione algale, incrementa la produzione di rifiuti da parte dei pesci e, infine porta a un aumento nei livelli di sostanze nutritive quando i rifiuti si decompongono.

I livelli di alghe e di sostanze nutritive tendono così a ritornare alla loro primitiva posizione d'equilibrio. In un simile sistema oscillatorio c'è sempre il pericolo di un crollo: basta che un'oscillazione crei un livello di squilibrio tale che il sistema non lo possa compensare.

E' il caso della eutrofizzazione (eu= super; trofizzazione=nutrizione).

Se il livello nutritivo dell'acqua diventa cosi elevato da stimolare la rapida crescita delle alghe, una tale popolazione algale non può mantenersi a lungo, per i limiti stessi impliciti nell'efficienza fotosintetica.

Infatti, con l'aumento dello spessore delle alghe nell'acqua la luce (indispensabile al processo fotosintetico) che può raggiungere le parti più profonde dello strato è estremamente ridotta, per cui l'eccessivo aumento della popolazione algale porta a una rapida morte degli individui e alla liberazione di residui organici.

Il livello di materia organica presente nell'acqua può diventare allora così alto che la sua decomposizione depaupera il contenuto in ossigeno.

Muoiono i batteri decompositori, privati dell'ossigeno necessario per sopravvivere, e crolla l'intero ciclo acquatico.

Se l'intero sistema ciclico deve rimanere in equilibrio, il ritmo globale deve essere regolato sulla base dello stadio più lento, in questo caso crescita e metabolismo del pesce. Ogni fattore esterno che costringe parte del ciclo a operare più in fretta del suo ritmo globale comporta uno squilibrio.

Indice

Supponiamo di aumentare artificialmente la velocità con la quale i rifiuti organici entrano nel ciclo, ad esempio scaricando nella acqua rifiuti liquidi.

Ora i batteri della decomposizione trovano a disposizione una massa molto più elevata di rifiuti organici rispetto alla loro normale potenzialità di attacco; sono tuttavia in grado, a causa del loro rapido metabolismo, di agire rapidamente sull'aumentata quantità di sostanza organica.

Il consumo di ossigeno da parte dei batteri decompositori può allora risultare maggiore dell'ossigeno messo a disposizione dalle alghe (anche perché le alghe non riescono ad accrescere il ritmo di cattura dell'ossigeno dall'aria cosi che il livello d'ossigeno scende a zero e tutto il sistema crolla.

Indice

2. Ogni cosa va da qualche parte

Si tratta di una riaffermazione alla buona di una legge fondamentale della fisica classica, secondo la quale la materia ne si crea ne si distrugge.
Applicata all'ecologia, la legge sottolinea che in natura non esiste lo spreco.
In ogni sistema naturale, ciò che viene eliminate da un organismo come rifiuto, viene utilizzato da un altro come cibo. Come già detto, la materia si trasforma attraverso un processo circolare.
Questa principio può servire come indagine ecologica su alcuni materiali chiedendoci dove questi vanno a finire: vediamo l'esempio dello stronzio-90.
Quando gli atomi di uranio si disintegrano cioè si scindono, nel fenomeno della fissione, nel corso delle reazioni a catena di un reattore o durante gli esperimenti sulle armi nucleari, viene prodotto un gruppo di nuclidi radioattivi chiamati prodotti di fissione: si tratta di frammenti dell'atomo di uranio rimasti dopo che parte della sua massa è stata convertita in energia.
La maggior parte dei prodotti di fissione comprende elementi come lo stronzio *90* e il cesio che non sono essenziali alla vita; essi tuttavia entrano nelle catene alimentari e sono incorporati nella biomassa e, essendo radioattivi, possono avere effetti biologici anche se presenti in quantità piccolissime.
I prodotti di fissione sono introdotti nell'atmosfera dalle piccole armi nucleari e nella stratosfera dalle grandi armi nucleari; in entrambi i casi alla fine scendono sulla Terra di nuovo, sotto forma di quello che noi chiamiamo fall-out atomico insieme con la pioggia, la polvere e altri fall-out naturali, (cioè il movimento di materia nell'atmosfera sotto forma di particelle solide).
Il fall - out delle bombe all'idrogeno si distribuisce su quasi tutto il globo.
Poiché la scorie dei reattori nucleari e di altri apparecchi destinati all'uso pacifico dell'energia atomica praticamente sono uguali ai materiali radioattivi prodotti dalle armi nucleari, il destino e l'effetto sull'ambiente dei sottoprodotti radioattivi continueranno ad essere argomento di importanza fondamentale per il genere umano anche se non dovessero più esplodere ordigni nucleari.

Indice

I radioisotopi tipo stronzio-90 nell'ambiente si muovono fianco a fianco al calcio, un elemento chimicamente simile.

Lo stronzio-90 inevitabilmente si associa al calcio nei suoi diversi stadi di trasferimento attraverso la catena alimentare, concentrandosi alla fine nei vegetali, nel latte, nelle ossa.

Il fatto che nelle catene alimentari organismi piccoli vengono mangiati da organismi più grossi e questi da più grossi ancora, porta alla concentrazione di stronzio-90 nei corpi degli individui che si nutrono in cima alla catena alimentare.

Organismi minuti possiedono sempre una capacità di metabolismo molto più elevata che non organismi più grandi, cosicché la quantità di cibo ossigenata, in rapporto alla quantità, assorbita, risulta maggiore.

Di conseguenza, un animale che si trovi al terminale della catena alimentare consuma una massa enormemente maggiore di organismi che si trovano ai livelli più bassi della catena alimentare.

Indice

Se ne conclude che ogni sostanza non metabolizzata (es. stronzio 90) presente negli organismi ai livelli più bassi della catena risulterà concentrata nei corpi di quelli che si trovano al terminale (concentrazione biologica).

Il fattore di concentrazione è il rapporto fra la quantità di isotopi presenti nell'organismo e quello presente nell'ambiente. Esso è per esempio 500 per lo stronzio-90 trovato nelle ossa di uccelli acquatici rispetto all'acqua degli stagni in cui trovano nutrimento.

(Nell'acqua assumiamo il fattore di concentrazione pari a 1)

Quindi se nell'acqua abbiamo 0,0002 mg di stronzio-90 in un grammo di acqua, nelle ossa di uccelli avremo 0,0002x500 mg di stronzio-90 in un g di ossa di uccelli.

Non bisogna poi dimenticare il fenomeno del sinergismo.

Se i livelli dell'anidride solforosa e di un prodotto cancerogeno raddoppiano entrambi nell'aria inquinata, il rischio risultante è molto più che raddoppiato perché l'anidride solforosa inibisce il meccanismo autoprotettivo dei polmoni e li rende più sensibili al cancerogeno.

Nel sinergismo l'effetto globale di un'offesa biologica complessa è sempre maggiore della somma degli effetti delle sue parti separate.

Questa è una ragione in più per convalidare il nostro approccio olistico.

Indice

3. **La natura è l'unica a sapere il fatto suo**

Probabilmente un ingegnere non potrà concordare con questa affermazione: la natura non produce lampade a mercurio e non costruisce navi spaziali.
Proviamo a spiegare il significato di questa legge.
Tutto il complesso della vita costituisce un sottile strato sulla superficie della Terra creato attraverso miliardi di anni di evoluzione: aria, acqua, terreno.
Per miliardi di anni gli organismi viventi hanno prodotto ossigeno, anidride carbonica, hanno strutturato proteine, grassi, vitamine.
Dal momento in cui la vita è apparsa per la prima volta sul nostro globo innumerevoli esseri hanno avuto l'opportunità attraverso le variazioni genetiche, di tentare diverse vie per il funzionamento della chimica della vita.
L'attuale chimica della vita è stata elaborata in 3 miliardi di anni di prove e controprove, ed e quindi improbabile che proprio un nostro intervento abbia la facoltà di migliorarla.
Ecco perché dobbiamo riconoscere che la natura ne sa di più.
Questa terza legge suggerisce in sostanza che l'introduzione in natura di un composto organico artificiale, completamente sconosciuto all'ecosistema perché create dall'uomo, è quasi sempre dannoso, dal momento che non esiste enzima capace di degradare il composto.
In natura, invece, per ogni sostanza organica prodotta dagli organismi viventi, è presente un enzima specifico che la decompone.

Indice

4. **Non si distribuiscono pasti gratuiti**

Questo 4° principio sintetizza i primi tre: se ogni cosa è collegata a qualsiasi altra, se ogni cosa deve andare da qualche parte, se i cicli disposti dalla natura sono i più idonei, nel momento in cui si altera il sistema ambientale, lo si fa solo contraendo un debito nei confronti della natura.

In ecologia come in economia non c'è guadagno che possa essere ottenuto senza pagare un certo costo. *Più che il limite delle risorse sarà l'inquinamento derivante dalla trasformazione delle risorse stesse un fattore limitante per il progresso dell'uomo.*

Stiamo sotto la sferza del boomerang ecologico: ogni conseguenza non prevista e dannosa, di una modificazione dell'ambiente, annulla lo scopo per cui la modificazione è stata progettata, o crea addirittura problemi più gravi.

..

Indice

Analisi comparativa dei sistemi ambientali e tecnologici, per definire quali sono le caratteristiche delle tecnologie appropriate all’ambiente

Confronto tra ecosistema e tecnosistema

I principi dell'ecologia ci inducono a pensare di avere, come necessario punto di riferimento, la struttura e le funzioni di un ecosistema, nella progettazione dei sistemi territoriali fisici costruiti dall'uomo (sistemi tecnologici).

L'unità funzionale nello studio dell'ambiente naturale è l'ecosistema, cercheremo allora di considerare nello studio dei sistemi tecnologici, per facilitarne l'analisi, delle unità funzionali che chiameremo tecnosistema.

Il tecnosistema può essere considerato alla stessa maniera dell'ecosistema in quanto sia nell'uno che nell'altro sistema possono definirsi le funzioni di produzione, consumo, decomposizione.

Le somiglianze tra questi due sistemi ambientali quello naturale e quello tecnologico sono ovvie e possono essere studiate e valutate allo stesso modo, anche perché non bisogna dimenticare che il tecnosistema è in effetti esso stesso una parte dell'ecosistema.

La successione (sviluppo) di un ecosistema tende ad un ecosistema maturo in cui per unità di flusso energetico disponibile viene mantenuta una produzione di biomassa costante nel tempo (es. foreste tropicale, barriere coralline, etc.).

Partendo quindi dalle caratteristiche prevedibili dell'adattamento e sviluppo di un’ecosistema maturo, possiamo definire parallelamente le caratteristiche che dovrebbe avere un tecnosistema "maturo", considerato come un "ambiente dove l'energia fluendo in un insieme di componenti tecnologici interdipendenti, trasforma e ricicla la materia".

Dal confronto seguente possiamo delineare una strategia per scegliere le tecnologie appropriate all'ambiente naturale in cui i sistemi ambientali tecnologici (tecnosistemi) siano organizzati in modo analogo ai sistemi ambientali naturali (ecosistemi), integrandoli nella struttura e funzionamento della natura:

Indice

- Stabilità produttiva

ECOSISTEMA: Gli ecosistemi maturi tendono alla stabilità produttiva, l'energia viene utilizzata interamente per il mantenimento ed il controllo della struttura dell'ecosistema. Si dimensiona il tutto sull'input costante dell'energia solare.

TECNOSISTEMA: un tecnosistema maturo si dimensiona sull'input di fonti energetiche e risorse rinnovabili (biomasse, sole, vento, etc.).

Il sistema produttivo deve raggiungere una condizione di "crescita zero" almeno per quanto riguarda l'accumulo dei mezzi di produzione e i prodotti che ne derivano.

L'unica crescita è dedicata al controllo ed al mantenimento della qualità del sistema (conservazione dell'energia, efficienza energetica, riciclaggio, etc).

- Specializzazione

ECOSISTEMA: la distribuzione spaziale delle specie componenti l'ecosistema è ottimizzata in funzione della specializzazione. Ogni specie vivente ha la sua nicchia ecologica per svolgere caratteristiche funzioni biologiche adattate al proprio habitat.

TECNOSISTEMA: distribuzione territoriale delle attività del sistema tecnologico, facendo uso di tecnologie appropriate agli scopi finali in modo da migliorare il rendimento del secondo ordine nelle trasformazioni energetiche; usare quindi tecnologie che devono essere coerenti all'uso finale di energia anche nel suo aspetto qualitativo.

- Biodiversità

ECOSISTEMA: la diversità di specie è alta. Lo sviluppo della biodiversità, insieme alla distribuzione spaziale delle specie favorisce l'uso delle risorse del territorio dando origine ad un sistema complesso ben equilibrato e stabile, con maggiori possibilità di controllo.

Indice

TECNOSISTEMA: uso del concetto di bacino idrografico che unisce attributi naturali ed attributi culturali. Questo favorisce soluzioni tecnologiche diversificate, corrispondenti per scala e distribuzione geografica ai bisogni dei consumatori finali, grazie alla reperibilità della maggior parte dei flussi energetici naturali, in modo tale che l'offerta di energia è in realtà un insieme di singoli e limitati apporti, ciascuno dei quali in grado di assicurare l'optimum di efficienza in circostanze definite in rapporto all'utilizzo finale (es. aerogeneratori, pannelli solari, celle fotovoltaiche, celle a combustibile, etc)

- Riciclo della materia

ECOSISTEMA: i sistemi maturi presentano, una maggiore capacità di trattenere la materia, riciclandola attraverso la chiusura dei cicli biogeochimici. Mediante la decomposizione dei residui organici si riciclano i nutrienti inorganici come fonte di approvvigionamento per le piante. E' rispettato così l'equilibrio tra la velocità di produzione e la velocità di decomposizione.

TECNOSISTEMA: riciclo dei prodotti di scarto, attraverso la raccolta differenziata dei rifiuti, il recupero o la trasformazione (decomposizione) dei rifiuti mediante dissociazione molecolare, digestione e fermentazione anaerobica, compostaggio in prodotti collaterali (es. compost, biogas, idrogeno, metano, etanolo, etc). Nei sistemi maturi è necessario l'uso di materiali biodegradabili che permettono il ritorno dei residui nella fase di produzione. Il processo tende così alla ciclicità.

- Autoregolazione

ECOSISTEMA: se il sistema viene in qualche modo alterato dall'esterno, tende a modificarsi fino a raggiungere una condizione di stabilità attraverso meccanismi di autoregolazione (omeostasi). Per cui le funzioni di ogni organismo vengono integrate rispetto alle altre funzioni dell'ecosistema, di conseguenza viene privilegiata la qualità a discapito della quantità massima della produzione che può essere mantenuta.

Indice

TECNOSISTEMA: impiegare tecnologie integrate in modo tale da mettere l'accento su criteri qualitativi riguardante il tecnosistema come un tutt'uno. Le tecnologie integrate fanno ricorso, da un lato, all'uso di diverse fonti energetiche rinnovabili e, dall'altro, a sistemi di cogenerazione atti a migliorare i rendimenti dei vari processi (es. sistemi di cogenerazione di energia elettrica e calore).

- Rallentamento entropia

ECOSISTEMA: nell'ecosistema maturo la degradazione dell'energia con la conseguente crescita nel tempo dell'entropia viene ritardata dalla disponibilità di informazione ecologica.

L'ecosistema tende ad avere energia più disponibile nelle reti alimentari, utilizzando l'energia solare per la produzione di materia organica, ma anche altri flussi energetici non propriamente solari (vento, maree, etc) e tutta una gamma di flussi di informazione ecologica che ottimizzano l'impiego di energia, rallentando la dispersione dell'energia fissata dai vegetali.

TECNOSISTEMA: il rallentamento della crescita dell'entropia, si ottiene con un sistema di tecnologie integrate, usando tecnologie a bassa intensità d'energia, dimensionando il sistema sull'input di fonti energetiche e risorse rinnovabili, utilizzando in "cascata" gli stessi flussi energetici a crescenti entropie per utenze differenziate in base agli scopi finali, tenendo anche conto nelle pianificazioni territoriali, per la conservazione dell'energia, delle condizioni fisiche esistenti come clima, terreno, etc, (es. bioarchitettura, sistemi passivi).

Indice

- Autosostentamento

ECOSISTEMA: il sistema tende ad organizzarsi in modo tale da provvedere autonomamente a tutti i suoi bisogni. Utilizzando al meglio tutti gli elementi interni al sistema e minimizzando gli scambi di energia e materia con l'esterno, il suo fine ultimo è l'autosufficienza.

TECNOSISTEMA: un tecnosistema maturo tende all'autosufficienza utilizzando nel modo migliore fonti energetiche e risorse locali.

In esso viene privilegiato il principio seguente "l'ottimo di efficienza è sempre inferiore dell'efficienza massima" valido negli ecosistemi maturi.

Ciò è giustificato dal fatto che un qualsiasi aumento dell'efficienza riguardante la produzione avviene sempre a spese del mantenimento e del controllo del sistema stesso.

Indice

CONSIDERAZIONI FINALI

Dal confronto che abbiamo fatto, possiamo delineare la strategia da seguire per una società in cui i tecnosistemi siano organizzati in modo analogo agli ecosistemi, integrandoli nella struttura e funzionamento della natura e avendo come obiettivo la salubrità dei processi produttivi e la qualità della vita.

Partendo allora dalle caratteristiche prevedibili di un ecosistema maturo, abbiamo visto prima, le caratteristiche che dovrebbe avere un tecnosistema maturo.

Come possiamo constatare da questa analogia il problema critico è come si trasformano energia e materia, e come si progetta e si controlla lo spazio vitale che determina le possibilità o meno di conservare i valori umani.

Fino ad ora l'uomo e vissuto come un parassita del suo ambiente, prendendo ciò che gli occorre senza preoccuparsi del benessere del suo ospite. E' urgente che l'uomo passi dal parassitismo al mutualismo con la natura cosi come avviene tra la maggior parte degli organismi di un ecosistema maturo.

Se l'uomo non impara a vivere in simbiosi positiva con la natura allora, proprio come un parassita, distruggerà il suo ambiente fino a distruggere se stesso.

Sarebbe molto meglio se l'uomo accettasse l'idea che c'è un grado desiderabile di dipendenza ecologica che insistere nell'idea suicida di dominare completamente la natura.

Dove le combinazioni naturali dei circuiti e della biostrumentazione sono state selezionate per potenza e miniaturizzazione (dell'ecosfera) per milioni di anni, probabilmente entro limiti termodinamici, è impossibile che con strumenti ingombranti, si possa realizzare una utilizzazione migliore dell'energia per il mantenimento e il controllo dei cicli naturali.

Indice

E’ necessario inoltre non agire in contrasto con il funzionamento della natura, si potrebbe incappare nel cosiddetto boomerang ecologico:
ogni conseguenza non prevista e dannosa, di una modificazione dell'ambiente, annulla lo scopo per cui è stata progettata, o crea addirittura problemi più gravi.

La tecnologia, dall'altra parte, non può risolvere da sola il problema dell'inquinamento, della popolazione, e dell'energia, sono necessari provvedimenti sociali, economici e politici derivanti da una consapevolezza che l'uomo e la natura sono un tutt’uno.

Di conseguenza, la tecnologia deve fondarsi su considerazioni di ordine ecologico e sociale piuttosto che economico; l'innovazione tecnologica deve essere regolata dal bisogno e non dalle leggi del profitto e della guerra.

E' necessario quindi che il sistema economico privilegi la valutazione di un bene rispetto all'uso invece che rispetto allo scambio in una economia di mercato.

Tutto quanto finora detto non significa sottomettersi agli imperativi ecologici perché, se è vero che la natura è l'unica a sapere il fatto suo, e anche vero che questa non è una condizione necessaria e sufficiente a stabilire un'efficace azione sociale.

Spetta all'uomo scegliere qual'è il modo migliore per risolvere i problemi sociali ed ecologici con tecnologie guidate dai principi dell'ecologia stessa.

In conclusione possiamo constatare da questa analogia tra ecosistema e tecnosistema che il problema critico è come l'uomo progetta e controlla lo spazio vitale trasformando energia e materia nel rispetto della natura. Dunque, scegliere tecnologie appropriate all'ambiente naturale, guidate dai principi dell'ecologia, avendo come obiettivo sia il risparmio energetico sia il riciclo della materia, una economia circolare orientata alla salubrità dei processi produttivi per una migliore qualità della vita.

Giulio Ripa (1980)

Indice

LA FISICA DELL’ENERGIA

Introduzione

Lo studio del flusso d'energia, come fenomeno universale naturale è il risultato dei principi della termodinamica.

In un sistema termodinamico isolato, cioè senza scambio di energia con l'esterno, l'energia disponibile si degrada continuamente ed inesorabilmente in una eguale quantità di energia non disponibile, così che l'energia totale rimane costante, mentre l'energia non disponibile nel tempo tende ad aumentare sempre di più.

Il primo principio della termodinamica stabilisce, che l'energia può essere trasformata da una forma (per es. luce) all'altra (per es. energia potenziale) mantenendo sempre la sua quantità costante, cioè la quantità di energia all'ingresso del sistema (macchina) è uguale all'energia all'uscita della macchina somma dall'energia utile più l'energia dispersa nell'ambiente..

Il secondo principio della termodinamica stabilisce che non avverrà mai un processo di trasformazione energetica, senza che si verifichi contemporaneamente anche una degradazione d'energia da una forma concentrata ad una forma dispersa (sotto forma di calore, vibrazioni, etc.) non più utilizzabile dal sistema tecnologico. Questa dispersione viene misurata dall'entropia, destinata inevitabilmente a crescere nel tempo, per il disordine provocato da questo degrado energetico.

Indice

L'efficienza energetica di primo ordine

L’efficienza energetica, che è il modo consueto con cui si definisce il rendimento termodinamico.

Dal bilancio di energia definito dal 1° principio della termodinamica si ricava un utilissimo strumento di ottimizzazione energetica di una specifica macchina.

Possiamo definire l'efficienza (rendimento) di primo ordine come il rapporto tra il lavoro L ottenuto da una specifica macchina ed il calore disponibile all'ingresso Q.

L'efficienza h =L/Q è un numero maggiore di zero ma sempre minore di 1 considerato che nella trasformazione una parte della quantità d'energia si disperde nell'ambiente.

Questo indicatore ha però il limite di dare un’indicazione sull’efficienza del processo studiato, tutta interna alla finestra di osservazione. Ci dice in pratica quanto bene è stato fatto il nostro sistema (macchina) ma non ci dice niente su come funziona in relazione a processi alternativi. In poche parole non può quantificare la razionalità o l’appropriatezza dell’uso energetico del sistema.

Indice

L'efficienza energetica del secondo ordine

Sappiamo dal 2° principio della termodinamica che durante una trasformazione energetica pur restando la quantità d'energia costante, la sua qualità diminuisce nel tempo perché diminuisce la capacità di compiere lavoro con gli impianti di conversione da forme energetiche sempre più degradate.

Il rendimento del secondo ordine tiene conto di questo limite tecnologico. Esso confronta l'efficienza di una specifica macchina ideale e quella di una macchina reale che opera nelle stesse condizioni.

Il rendimento di secondo ordine è definito come il rapporto tra la minima energia richiesta per eseguire un certo lavoro (Wmin) e l'energia realmente utilizzata dal sistema (Wreale) per ottenerlo: e = Wmin / Wreale.

In altri termini, con il rendimento del secondo ordine non interessa più quanto lavoro la macchina produce in relazione al calore esso fornito, ma piuttosto interessa come quella macchina compie la trasformazione suddetta, e cioè se sfrutti al meglio l'energia che le è fornita, se si avvicina alla macchina ideale, se fa attenzione alla qualità della forma energetica utilizzata, se aumenta o meno gli sprechi energetici. In ultima analisi il rendimento del secondo ordine mette in relazione lo scopo finale che bisogna ottenere con l'energia necessaria per realizzarlo.

Indice

Processi di conversione energetica

Convertitore	*Conversione energetica*	*Rendimento I° ordine*
aerogeneratore	eolica > elettrica	0,30
cella fotovoltaica	solare > elettrica	0,10
collettore solare	solare > termica	0,10
celle a combustibile	chimica > elettrica	0,60
motore elettrico	elettrica > meccanica	0,99
generatore elettrico	meccanica > elettrica	0,99
caldaia - vapore di processo	chimica > termica	0,85
turbina a vapore	termica > meccanica	0,45
motore a combustione interna	chimica > meccanica	0,25
turbina idraulica	idraulica > meccanica	0,75
accumulatore elettrico	elettrica > chimica	0,85
elettrolisi dell'acqua	elettrica > chimica	0,70
radiatore elettrico	elettrica > termica	0,90
scaldabagno elettrico	elettrica > termica	0,90
scaldabagno a gas	chimica > termica	0,60
caldaia a combustibile	chimica > termica	0,60

Indice

Confronto dei rendimenti di primo e secondo ordine

La seguente tabella pone a confronto il rendimento del primo ordine con il rendimento del secondo ordine per alcune apparecchiature e macchine termiche secondo le temperature usuali tra le quali ognuna di esse opera.

Convertitore	*Rendimento I° ordine*	*Rendimento II° ordine*
Scaldabagno elettrico	0,90	0,05
Scaldabagno a gas	0,60	0,10
Caldaia a combustibile liquido	0,60	0,05
Radiatore elettrico	0,90	0,02
Collettore solare termico	0,80	0,32

Per valutare correttamente l'efficienza dei processi termodinamici utilizzati si deve tener conto, quindi, più che del rendimento del primo ordine, di quello del secondo ordine.

L'esame dei rendimenti del secondo ordine corregge o contraddice il valore del rendimento del primo ordine. Sebbene un'alta frazione dell'energia immessa nello scaldabagno o nel radiatore elettrico sia trasformata in calore (più che in un collettore solare termico), in essi la trasformazione energetica avviene con una più alta degradazione dell'energia, cioè con un maggiore spreco di entropia e quindi con un pessimo rapporto con l'ambiente.

Indice

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

P. Odum - *Principi di ecologia* - Piccin editore Padova

Commoner - *Il cerchio da chiudere* - Garzanti

Butera - *Quale energia pr quale società* - Mazzotta

Odum - *Ecologia* – Zanichelli

Conti - *Che cosa è l'ecologia* - Mazzotta

Bogdanov - *La scienza e la classe operaia* - Bompiani

Georgescu Roegen - *Analisi economica e processo economico*

Georgescu Roegen - T*he entropy law and the economic process*